



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0062416  
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 09월 06일  
Date of Application SEP 06, 2003

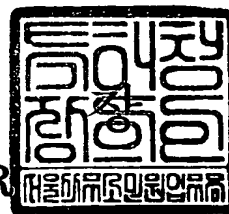
출원인 : 한국전자통신연구원  
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Inst



2003 년 10 월 09 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0004
【제출일자】	2003.09.06
【발명의 명칭】	유기분자 소자의 제작 방법
【발명의 영문명칭】	Method for manufacturing organic molecular device
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	신영무
【대리인코드】	9-1998-000265-6
【포괄위임등록번호】	2001-032061-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김성진
【성명의 영문표기】	KIM,Seong Jin
【주민등록번호】	640812-1953144
【우편번호】	305-727
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 삼성푸른아파트 105동 201호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이효영
【성명의 영문표기】	LEE,Hyo Young
【주민등록번호】	640125-1646412
【우편번호】	305-330
【주소】	대전광역시 유성구 지족동 858번지 열매마을4단지 아파트 402동 1705 호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정문석
【성명의 영문표기】	JEONG,Mun Seok
【주민등록번호】	730114-1481813

【우편번호】	560-130
【주소】	전라북도 전주시 완산구 효자동 605-6
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정태형
【성명의 영문표기】	ZYUNG, Tae Hyoung
【주민등록번호】	540924-1066821
【우편번호】	305-707
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 한울아파트 109-1504
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김도현
【성명의 영문표기】	KIM, Do Hyun
【주민등록번호】	701229-1109327
【우편번호】	305-804
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 122-6 21/4 401호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이은주
【성명의 영문표기】	LEE, Eun Ju
【주민등록번호】	770608-2462124
【우편번호】	305-335
【주소】	대전광역시 유성구 궁동 406-11, 403호
【국적】	KR
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 신영무 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	19 면 29,000 원
【가산출원료】	0 면 0 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	13 항 525,000 원

【합계】	554,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	277,000 원
【기술이전】	
【기술양도】	희망
【실시권 허여】	희망
【기술지도】	희망
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】

【요약】

본 발명은 도전성 유기박막 소자의 제작 방법에 관한 것으로, 희생층을 이용하여 하부전극 상부에 에어브리지형의 상부전극을 형성한 후 희생층을 제거하여 상부전극과 하부전극이 교차하는 부분에 수 나노 미터 두께의 나노 갭을 형성한다. 나노 갭의 상부전극과 하부전극 사이에 도전성 유기분자를 균일하게 흡착시키되, 도전성 유기분자가 흡착되는 동안 상부전극과 하부전극을 통해 흐르는 전류를 관찰하여 도전성 유기분자의 흡착 정도를 확인한다. 따라서 제작 공정의 재현성이 향상되어 표준화된 공정의 채택으로 대량 생산이 용이해진다.

【대표도】

도 1

【색인어】

도전성 유기분자, 희생층, 나노 갭, 흡착, 에어브리지형, 상부전극

【명세서】

【발명의 명칭】

유기분자 소자의 제작 방법 {Method for manufacturing organic molecular device}

【도면의 간단한 설명】

도 1a 내지 도 1f는 본 발명의 실시예에 따른 유기분자 소자의 제작 방법을 설명하기 위한 단면도.

도 2은 본 발명에 이용되는 도전성 유기분자 흡착 장치의 구성도.

도 3은 도전성 유기분자가 흡착되는 동안 예상되는 전류의 변화를 나타내는 그래프.

도 4는 도전성 유기분자가 흡착된 소자의 특성을 평가하기 위해 구성한 회로도.

도 5a는 용액에 녹아 있는 도전성 유기분자의 화학 구조도.

도 5b는 상부전극과 하부전극 사이에 흡착된 도전성 유기분자의 배열을 도시한 구조도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

1:테프론 용기 또는 비이커 2:도전성 유기분자가 녹아 있는 용액

5, 6:전선 케이블 7:직류/교류 전원공급장치

8: 전류계 9:자석봉

10: 플레이트 41:기판

42:절연막 43:하부전극

44: 회생층 45: 상부전극

46: 나노 갭 47:도전성 유기분자



51: 전류계      52: 전원공급장치

53: 전선 케이블

### 【발명의 상세한 설명】

### 【발명의 목적】

### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<17>      본 발명은 도전 성질을 갖는 유기분자를 이용하여 도전성 유기분자 소자를 제작하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 제작 공정의 재현성을 향상시킬 수 있도록 한 나노 스케일의 유기분자 소자 제작 방법에 관한 것이다.

<18>      일반적으로 도전 성질을 갖는 유기분자(또는 도전성 유기반도체)를 이용한 도전성 유기분자 소자는 다양한 방법으로 제작된다. 하나의 예로서, 자기조직화 도전성 유기분자 (self-assembly monolayer)를 활성층으로 사용하는 방법이 있다 [Molecular Nanoelectronics, Chapter M, Edited by American Scientific Publishers 참조]. 이 방법은 실리콘(Si) 기판 상에 SiO<sub>2</sub>로 절연막을 형성한 후 기판의 하부로부터 수 마이크로의 직경을 갖는 홀을 형성하고, 전자빔 식각 기술로 상기 홀 상부의 절연막에 나노 사이즈의 포아(pore)를 형성한 다음 기판의 하부에 하부전극을 형성한다. 전체 상부면에 산화막을 증착한 후 전자빔 식각 기술로 상기 산화막에 나노 사이즈의 포아(pore)를 형성한다. 표면에 잔류된 폴리머 (polymethylmetacrylate:PMMA)를 제거한 후 하부전극이 형성된 기판을 도전성 유기분자가 녹아 있는 용액에 담근다. 이 때 상기 하부전극과 분자 간의 반응에 의해 도전성 유기분자가 상기 포아 내의 노출된 하부전극 위에 화학적으로 흡착되어 자기조직화 단분자 유기박막이 형성된다. . 상기와 같이 하부전극 위에 도전성 유기박막을 형성한 후 도전성 유기박막 위에 상부전극을

형성하면 2 단자 도전성 유기분자 소자의 제작이 완료된다. 이 때 상기 상부전극은 섀도우 마스크(shadow mask)를 사용하는 방법 또는, 도전물을 기판 전체에 증착한 후 일부분만 남기는 이온 밀링법으로 형성한다 [Nanoscale molecular-switch devices fabricated by imprint lithography, Applied Physics Letters, Vol. 82-10, 2003 1610 참조].

<19>       상기와 같이 종래에는 하부전극을 형성한 후 도전성 유기분자를 하부전극에 선택적으로 흡착시키고 상부전극을 형성한다. 그러므로 도전성 유기분자의 선택적 흡착을 위해 하부전극 위에 형성된 산화막에 포아를 형성하는데, 나노 사이즈의 포아를 형성하기 위해 화학반응식 이온 에칭(RIE 또는 ICP/RIE)과 같은 드라이 에칭 장비를 사용해야만 한다. 또한, 깨끗한 포아를 형성하기 위해서는 절연막을 충분한 시간동안 이온 에칭해야 하는데, 이 때 과도한 에칭에 의해 하부전극이 손상되거나, 포아 내에 폴리머 같은 잔유물이 남게 되어 양질의 도전성 유기분자를 하부전극에 흡착시킬 수 없게 된다. 특히, 하부전극에 흡착되는 대부분의 도전성 유기분자는 아세톤이나 솔벤트 등에 의해 손상받기 때문에 하부전극에 도전성 유기분자를 흡착시킨 후에는 아세톤 혹은 솔벤트를 포함하는 감광막 등을 이용한 포토 식각 공정을 실시할 수 없게 된다. 따라서 하부전극과 상부전극이 접촉하는 부분을 나노미터 사이즈로 형성하기 쉽지 않을 뿐만 아니라, 가능하다 할지라도 공정이 복잡하고 어려워진다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<20>       따라서 본 발명은 희생층을 이용하여 하부전극 상부에 에어브리지형의 상부전극을 형성한 후 희생층을 제거하여 상부전극과 하부전극이 교차하는 부분에 수 나노 미터 정도의 갭을 형성하고, 나노 갭의 상부전극과 하부전극 사이에 도전성 유기분자를 균일하게 흡착시킴으로써 상기한 단점을 해소할 수 있는 유기분자 소자의 제작 방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.



- <21>       상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 기판 상에 하부전극을 형성하는 단계와, 상기 하부전극을 포함하는 상기 기판 상에 소정 크기의 희생층 패턴을 형성하는 단계와, 상기 희생층 패턴을 포함하는 상기 기판 상에 상부전극을 형성하는 단계와, 상기 희생층을 제거하여 상기 하부전극과 상부전극 사이에 나노 갭이 형성되도록 하는 단계와, 상기 나노 갭의 상부전극과 하부전극 사이에 도전성 유기분자를 흡착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <22>       상기 하부전극 및 상부전극은 전자빔 식각 기술로 폴리머 패턴을 형성하는 단계와, 전체 상부면에 금속을 증착한 후 리프트오프 공정으로 상기 폴리머 패턴 상의 금속을 제거하는 단계와, 상기 폴리머 패턴을 제거하는 단계를 통해 형성되는 것을 특징으로 한다.
- <23>       상기 희생층 패턴은 상기 하부전극과 상기 상부전극이 교차되는 부분에 형성되며, 상기 기판과 선택적 에칭 특성을 갖는 유기물, 산화막, 무기박막 또는 금속으로 형성하고, 나노 메터의 두께로 형성하는 것을 특징으로 한다.
- <24>       상기 나노 갭은 수직 거리 및 수평 거리가 비대칭적으로 형성하며, 상기 수평 거리가 상기 수직 거리보다 크게 형성하는 것을 특징으로 한다.
- <25>       상기 도전성 유기분자는 도전성 유기분자가 용해된 용액에 상기 기판이 담긴 상태에서 흡착되도록 하며, 상기 기판의 하부전극과 상부전극 사이에 전계를 인가하고, 상기 용액을 교반시키거나 상기 용액에 열을 가하는 것을 특징으로 한다.
- <26>       상기 도전성 유기분자 흡착 과정에서 상기 하부전극과 상부전극을 통해 흐르는 전류를 감지하여 흡착 여부 및 정도를 모니터하는 것을 특징으로 한다.
- <27>       상기 도전성 유기분자를 흡착시킨 후 절연막으로 외부를 패시베이션하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

## 【발명의 구성 및 작용】

- <28> 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사항을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- <29> 도 1a 내지 도 1f는 본 발명의 일 실시예에 따른 유기분자 소자의 제작 방법을 설명하기 위한 단면도이다.
- <30> 도 1a를 참조하면, 누설전류를 방지하기 하기 위하여 실리콘(Si), GaAs, 유리, 사파이어( $Al_2O_3$ ) 등의 절연물로 이루어진 고저항성 기판(41)을 사용하거나, 기판(41) 상에  $SiO_2$ , SiN, BCB(benzocyclobutene), SOG(silicon-on-glass) 등과 같은 물질로 절연막(42)을 형성한다. 포토식각 기술을 이용하여 주변영역의 상기 절연막(42) 상에 전극패드(도시안됨)를 형성한 후 전체 상부면에 폴리머(PMMA)(도시안됨)를 도포하고 전자빔 식각 기술로 50nm의 선폭을 갖는 패턴을 형성하여 전극패드와 연결되는 하부전극이 형성될 부분의 상기 절연막(42)을 노출시킨다. 전체 상부면에 하부전극용 금속을 증착한 후 리프트오프 공정으로 상기 폴리머 패턴 상의 금속을 제거하여 노출된 부분의 상기 절연막(42) 상에 하부전극(43)이 형성되도록 한 후 상기 폴리머 패턴을 제거한다.
- <31> 뎀틸사이얼(biphenyl thiols), LB 필름(Langmuir-Blodgett) 같은 도전성 유기분자를 사용한 유기분자 소자의 전류 레벨은 nA 또는 pA 정도이므로 정확한 소자 특성을 얻기 위해서는 기판(41)으로의 누설전류를 방지하는 것이 매우 중요하다. 그러므로 바람직하게는, 높은 저항을 갖는 기판(41)을 선택하거나, 여의치 않을 경우 기판(41) 상에 BCB, SOG 등과 같은 절연막을 두껍게 증착하여 측면 저항을 높일 필요가 있다.

- <32> 도 1b를 참조하면, 상기 절연막(42)과 선택적 에칭 특성을 갖는 유기물, 산화막, 무기박막, 금속 등으로 전체 상부면에 희생층(44)을 형성한다.
- <33> 상기 하부전극(43)과 상부전극(45) 사이에 나노 갭을 형성하기 위한 상기 희생층(44)은 나노 미터 정도의 두께로 정확히 증착하는 것이 중요하다. PECVD(plasma enhanced chemical vapour deposition) 증착 장비를 이용하면 나노 미터의 두께를 정확히 조절하기 어렵기 때문에 이에 대한 기술 개발이 필요한 실정이다. 그러나 바람직하게는, Ti/Pt/Au와 같이 선택적 에칭 성질을 갖는 복수의 금속 박막을 증착하는 방법이 유용할 것이다. 또한, 분자선 증착 장비(molecular beam epitaxy:MBE), 유기금속 박막 증착 장치(metal organic chemical vapour epitaxy:MOCVD) 등의 무기재료 박막 증착 장비들은 박막의 두께를 단일층(mono-layer) 정도로 정확히 조절할 수 있는 장점을 가지고 있기 때문에 희생층(44)을 정교한 두께로 형성하는 데 유리할 것이다.
- <34> 도 1c를 참조하면, 포토 식각 기술을 이용하여 상기 하부전극(43)을 포함하는 소정 영역에만 상기 희생층(44)을 잔류시킨다. 이 때 상기 하부전극(43)을 둘러싸는 형태의 희생층 패턴(44)이 남게 된다.
- <35> 도 1d를 참조하면, 전체 상부면에 폴리머(PMMA)(도시안됨)를 도포한 후 전자빔 식각 기술로 50nm의 선폭을 갖는 패턴을 형성하여 상부전극이 형성될 부분의 상기 희생층(44)과 절연막(42)을 노출시킨다. 전체 상부면에 상부전극용 금속(45)을 증착한 후 리프트오프 공정으로 상기 폴리머 패턴 상의 금속을 제거하여 노출된 부분의 상기 희생층(44)과 절연막(42) 상에 상부전극(45)이 형성되도록 한 후 상기 폴리머 패턴을 제거한다. 이 때 상기 상부전극(45)은 상기 하부전극(43)과 서로 교차하도록 형성한다.

- <36> 도 1e를 참조하면, 상기 상부전극(45)과 하부전극(43)의 사이에 나노 갭(46)을 형성되도록 하기 위해 상기 희생층(44)을 제거한다. 상기 희생층(44)이 제거됨으로써 상기 상부전극(45)이 에어브리지 형태로 잔류된다.
- <37> 상기 희생층(44)은 선택적 에칭 용액(buffer oxide etchant)으로 제거한다. 상기 기판(41)을 선택적 에칭 용액에 담그면 희생층(44)만 선택적으로 에칭된다. 이 때 전류가 수직 방향으로만 흐르게 하기 위해 혹은, 측면으로 전류가 흐리지 않도록 하기 위해 하부전극(43)과 상부전극(45) 사이의 수직 거리 즉, 나노 갭(46)의 두께 및 상부전극(45)과 하부전극(43) 사이의 수평 거리 확보가 충분히 이루어져야 한다. 바람직하게는, 상기 나노 갭(46)의 수직 거리와 수평 거리가 서로 비대칭적이 되도록 형성하며, 수평 거리가 수직 거리보다 크게 형성한다.
- <38> 도 1f를 참조하면, 나노 갭(46)을 통해 노출되는 상기 하부전극(43)과 상부전극(45)의 사이에 도전성 유기 분자(47)를 흡착시키면 도전성 유기분자 소자의 제작이 완료된다. 본 발명에서는 상기 도전성 유기 분자(47)를 흡착시키기 위해 도 2와 같이 구성된 흡착 장치를 이용한다.
- <39> 도 2는 도전성 유기분자 흡착을 위한 장치의 구성도로서, 가열 및 교반(스티어링)이 가능한 플레이트(10) 상에 테프론 용기 또는 비이커(1)가 놓여진다. 상기 비이커(1)에는 도전성 유기분자(47)가 녹아 있는 용액(2)이 담겨지며, 상기 비이커(1) 내의 저면에는 테프론 코팅된 자석봉(9)이 설치되고, 상기 자석봉(9) 상부에는 나노 갭(46)이 형성된 기판(41)이 위치된다.
- <40> 상기 기판(41) 상에 형성된 상부전극(45)과 하부전극(43)에 각각의 전선 케이블(5 및 6)을 연결한 후 직류/교류 전원공급장치(7)를 이용하여 상기 전선 케이블(5 및 6)에 전원을 인가한다. 상기 전선 케이블(5 및 6)에는 전류계(8)와 교류발생장치(11)가 연결된다.

<41>       상기와 같이 나노 갭(46)이 형성된 기판(41)을 도전성 유기분자(47)가 녹아 있는 비이커(1)에 넣는다. 상기 나노 갭(46) 사이의 하부전극(43)과 상부전극(45)에 도전성 유기분자(47)를 흡착시키기 위해서는 전계를 인가하지 않고 자기조직화 현상(self-assembly phenomena) 만으로 흡착시키는 방법 또는 하부전극(43)과 상부전극(45) 사이에 전계를 인가하여 도전성 유기분자(47)를 흡착시키는 방법 등을 복수로 이용할 수 있다. 전자의 경우, 전극의 종류에 따라 선택적으로 도전성 유기분자(47)의 한쪽 끝단이 우선적으로 전극에 흡착되며, 한쪽 끝단이 하나의 전극 표면에 화학적으로 흡착되면 분자의 다른 한쪽 끝단은 다른 전극의 표면으로 배열되게 되지만, 이 때 분자의 배열 방향이 두 전극(43 및 45)에 수직하게 형성되지 않을 수 있다. 그러나 후자의 경우에는, 나노 갭(46) 사이에 전계를 인가하기 때문에 하부전극(43)이 캐소드 또는 아노드 전극, 상부전극(45)이 아노드 또는 캐소드 전극으로 작용하여 두 전극(43 및 54) 사이에 전계가 걸리게 되며, 전계 효과에 의해 분자들이 방향성을 갖고 움직이게 된다. 따라서 분자의 배열이 전계에 의해 조절되기 때문에 분자의 어느 한쪽 끝단을 상부 및 하부 전극(45 및 43) 중 어느 전극과 접촉하도록 할지를 결정할 수 있을 뿐만 아니라, 도전성 유기분자(47)의 배열을 수직하게 형성할 수 있다.

<42>       바람직하게는, 도전성 유기분자의 흡착 조건에 따라 전류를 직류 또는 교류로 인가할 수 있다. 또한, 유기분자의 흡착 균일성을 확보하기 위하여 유기분자가 흡착되는 동안 플레이트(10)를 구동시켜 도전성 유기분자(47)가 녹아 있는 용액(2)을 교반할 수 있으며, 경우에 따라 플레이트(10)를 가열시켜 용액(2)에 열을 가할 수도 있다. 특히, 전계를 인가한 후 전류계(8)를 통해 두 전극 사이의 전류의 흐름을 관찰하면 도전성 유기분자(47)의 흡착 여부 및 정도를 모니터할 수 있으므로 도전성 유기분자 소자의 제작시 재현성이 유지될 수 있다.



- <43> 도 3은 도전성 유기분자(47)가 흡착되는 동안 예상되는 전류의 변화를 나타낸 그래프로  
서, 도전성 유기분자(47)가 흡착되기 전에는 전류를 흐르게 하는 매개체가 없으므로 상부전극  
(45)과 하부전극(43)을 통한 전류의 흐름이 없어 낮은 전류 값을 나타내는 반면, 상부전극(45)  
과 하부전극(43) 사이에 도전성 유기분자(47)가 흡착되기 시작하면 상부전극(45)과 하부전극  
(43) 사이에 도전성 유기분자(47) 채널이 형성되기 때문에 전류 값이 증가한다. 이 후 유기분  
자(47)의 흡착 반응이 정지하면 포화전류를 나타낸다.
- <44> 도 4는 도전성 유기분자(47)의 흡착이 완료된 소자의 특성을 평가하기 위해 구성된 회로  
의 일 예로서, 상기 절연막(42) 상에 형성된 하부전극(43) 및 상부전극(45)에 전선 케이블(53)  
을 연결하고 전원공급장치(52)를 이용하여 전선 케이블(53)을 통해 전류를 흘리며 전류계(51)  
를 통해 흐르는 전류를 측정거나 소자의 특성을 평가할 수 있다. 따라서 도전성 유기분자(47)  
의 종류에 따라 다이오드 특성 및 양자효과 특성을 관측할 수 있다. 특히, 나노 사이즈의 도전  
성 유기분자 소자를 구현함으로써 대용량 메모리 소자, 논리회로 소자, 아날로그회로 소자에도  
응용이 가능하다.
- <45> 도 5a는 THF(tetrahydrofuran) 용액에 녹아 있는 상태의 나이트로 화합물  
(nitro-compound) 도전성 유기분자(47)의 화학 구조를 도시하며, 도 5b는 상부전극(45) 및 하  
부전극(43)에 흡착된 도전성 유기분자(47)의 배열을 도시한다. 도 5a 및 도 5b에 도시된 바와  
같이 도전성 유기분자(47)의 한쪽 끝단은 하부전극(43)에 화학적으로 접촉(chemiabsorbed  
contact)하고, 다른 한쪽 끝단은 상부전극(45)과 물리적으로 접촉(physiabsorbed contact)하고  
있다. 이 때 도전성 유기분자(47)를 적절히 선택하면 유기분자(47)의 양쪽 끝단 모두 화학적  
으로 접촉하도록 할 수 있다.

<46> 바람직하게, 도전성 유기분자(47)의 양쪽 끝단이 상부전극(45)과 하부전극(43)에 화학적으로 접촉하도록 하기 위해서는 상부전극(45)과 하부전극(43)이 교차하는 부분에 형성되는 나노 갭(47)이 도전성 유기분자(47)의 길이와 동일한 정도의 두께로 정확히 형성되어야 한다. 나노 갭(47)의 두께를 도전성 유기분자(47)의 길이만큼 정확히 조절할 수 없다 할지라도 금속의 두께 또는 금속 박막의 종류를 적당히 선택하면 금속의 유연성 또는 응력으로 인해 상부전극(45)이 하부로 휘게됨으로 도전성 유기박막(47)이 상부전극(45)과 접촉되도록 할 수 있을 것이다. 또한, 소자의 신뢰성을 향상시키기 위하여 상부전극(45)과 하부전극(43) 사이에 도전성 유기박막(47)의 흡착이 완료되면  $\text{SiO}_x$ ,  $\text{SiN}_x$  등과 같은 절연막으로 외부를 패시베이션하게 되는데, 이에 의해 상부전극(45)이 유기분자(47)와 보다 더 밀착되도록 할 수 있다.

#### 【발명의 효과】

<47> 상술한 바와 같이 본 발명은 희생층을 이용하여 하부전극 상부에 에어브리지형의 상부전극을 형성한 후 희생층을 제거하여 상부전극과 하부전극이 교차하는 부분에 수 나노 미터 정도의 갭을 형성하고, 나노 갭의 상부전극과 하부전극 사이에 도전성 유기분자를 균일하게 흡착시킨다. 도전성 유기분자가 흡착되는 동안 상부전극과 하부전극을 통해 흐르는 전류를 관찰하여 도전성 유기분자의 흡착 정도를 쉽게 확인함으로써 공정의 재현성을 용이하게 향상시킬 수 있으며, 표준화된 공정의 채택으로 대량 생산이 용이해진다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

- a) 기판 상에 하부전극을 형성하는 단계와,
- b) 상기 하부전극을 포함하는 상기 기판 상에 소정 크기의 희생층 패턴을 형성하는 단계와,
- c) 상기 희생층 패턴을 포함하는 상기 기판 상에 상부전극을 형성하는 단계와,
- d) 상기 희생층을 제거하여 상기 하부전극과 상부전극 사이에 나노 갭이 형성되도록 하는 단계와,
- e) 상기 나노 갭의 상부전극과 하부전극 사이에 도전성 유기분자를 흡착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서, 상기 기판은 저항성 절연물로 이루어진 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서, 상기 기판 상에 절연막이 형성된 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

**【청구항 4】**

제 1 항에 있어서, 상기 하부전극 및 상부전극은 전자빔 식각 기술로 폴리머 패턴을 형성하는 단계와,





전체 상부면에 금속을 증착한 후 리프트오프 공정으로 상기 폴리머 패턴 상의 금속을 제거하는 단계와,

상기 폴리머 패턴을 제거하는 단계를 통해 형성되는 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

**【청구항 5】**

제 1 항에 있어서, 상기 희생층 패턴은 상기 하부전극과 상기 상부전극이 교차되는 부분에 형성되는 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

**【청구항 6】**

제 1 항에 있어서, 상기 희생층 패턴은 상기 기판과 선택적 에칭 특성을 갖는 유기물, 산화막 또는 금속으로 형성하며, 나노 메터의 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

**【청구항 7】**

제 6 항에 있어서, 상기 희생층 패턴은 서로 다른 에칭 선택비를 갖는 다층 구조의 상기 유기물, 산화막 또는 금속으로 형성하는 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

**【청구항 8】**

제 1 항에 있어서, 상기 나노 갭은 수직 거리 및 수평 거리가 비대칭적으로 형성하며, 상기 수평 거리가 상기 수직 거리보다 크게 형성하는 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

**【청구항 9】**

제 1 항에 있어서, 상기 도전성 유기분자는 도전성 유기분자가 용해된 용액에 상기 기판이 담긴 상태에서 흡착되도록 하는 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

**【청구항 10】**

제 9 항에 있어서, 상기 기판의 하부전극과 상부전극 사이에 전계를 인가하는 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

**【청구항 11】**

제 9 항에 있어서, 상기 용액을 교반시키거나 상기 용액에 열을 가하는 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

**【청구항 12】**

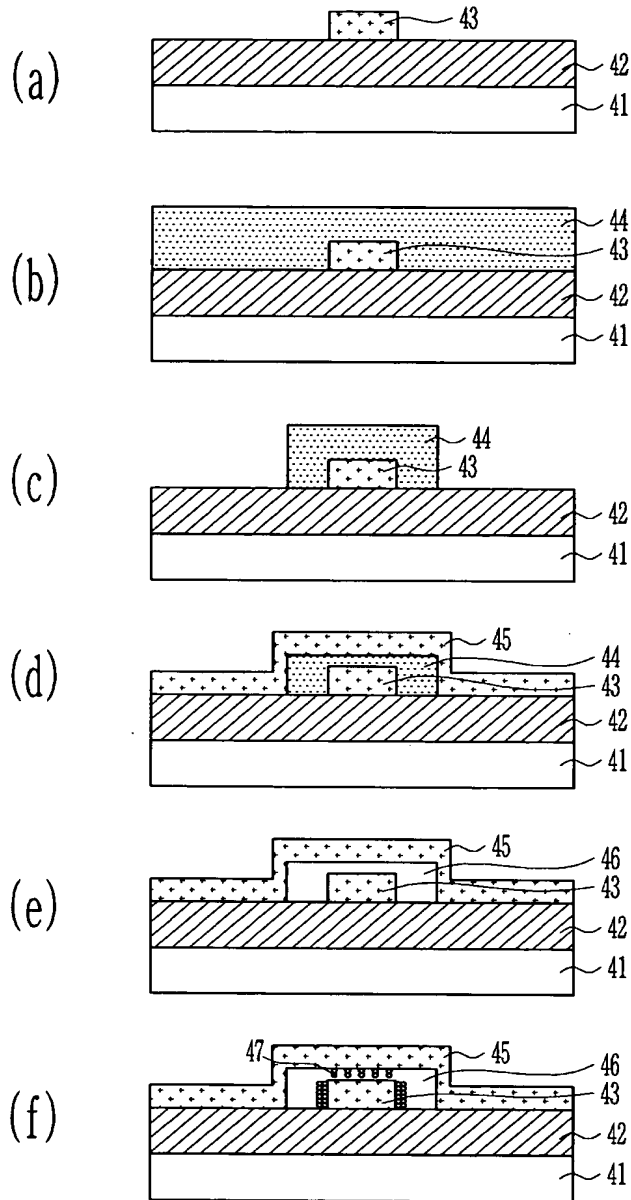
제 1 항에 있어서, 상기 도전성 유기분자 흡착 과정에서 상기 하부전극과 상부전극을 통해 흐르는 전류를 감지하여 흡착 여부 및 정도를 관찰하는 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

**【청구항 13】**

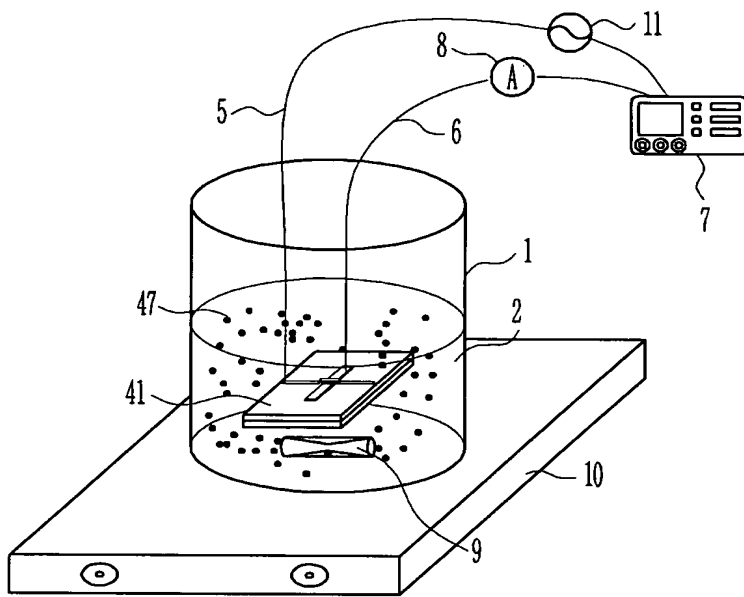
제 1 항에 있어서, 상기 단계 e)로부터 절연막으로 외부를 패시베이션하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유기분자 소자의 제작 방법.

【도면】

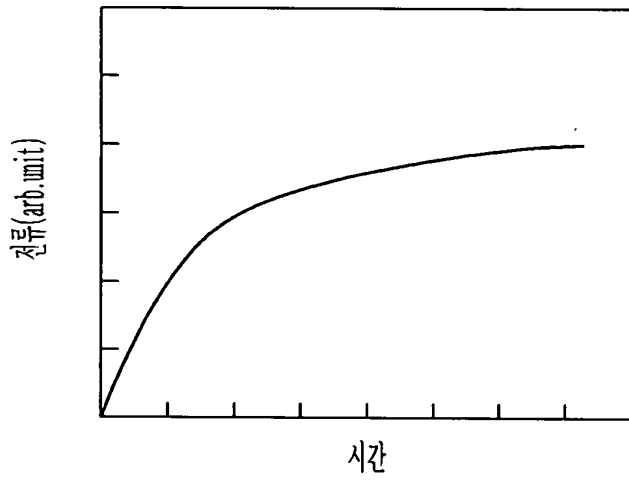
【도 1】



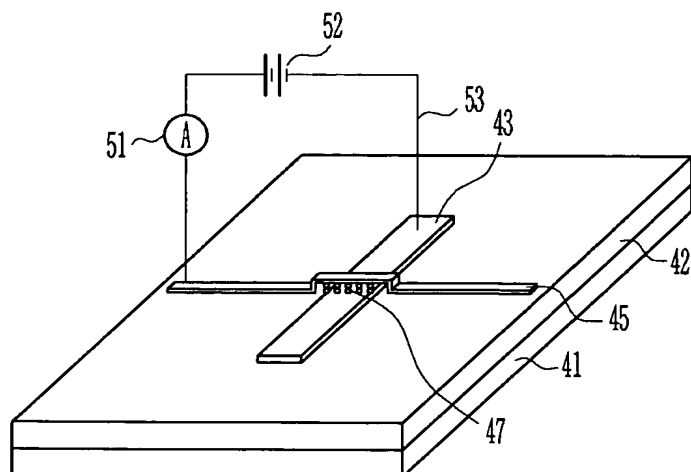
【도 2】



【도 3】



【도 4】



【도 5】

